

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 88102398.0

(51) Int. Cl. 4: **F28D 9/00**, **F28F 13/08**

(22) Anmeldetag: 19.02.88

(30) Priorität: 25.03.87 DE 8704409 U
25.09.87 DE 8712948 U

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.09.88 Patentblatt 88/39

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR IT LI NL SE

(71) Anmelder: Schönhammer, Johann
Niederreuth 131
D-8317 Mengkofen(DE)

(72) Erfinder: Schönhammer, Johann
Niederreuth 131
D-8317 Mengkofen(DE)

(74) Vertreter: Riederer Freiherr von Paar zu
Schönau, Anton et al
Van der Werth, Lederer & Riederer Freyung
615 Postfach 2664
D-8300 Landshut(DE)

(54) Gegenstromwärmetauscher.

(57) Der beschriebene Gegenstromwärmetauscher zum Einsatz in einem Zu- und Abluftsystem, insbesondere zur Stallbe- und -entlüftung, hat insgesamt parallelverlaufende Abluftkanäle (1) und Zuluftkanäle (3), die in räumlich alternierender Anordnung jeweils durch dünne Trennwände (4), die einen Wärmeübergang gestatten, voneinander abgeteilt sind und von denen wenigstens die Ab- oder die Zuluftkanäle rechtwinklig zur Länge der Kanäle verlaufende Querschnitte mit unterschiedlichen diametralen Querabmessung aufweisen, also z.B. mit wenigstens einer Ecke, die entlang dem Kanal eine Kante bildet, oder mit jeweils einer längeren und einer kürzeren Achse, und ist dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalquerschnitte, also die Kante bzw. die Achsen, sich entlang der Kanalerstreckung drehen oder flächenmäßig ändern.

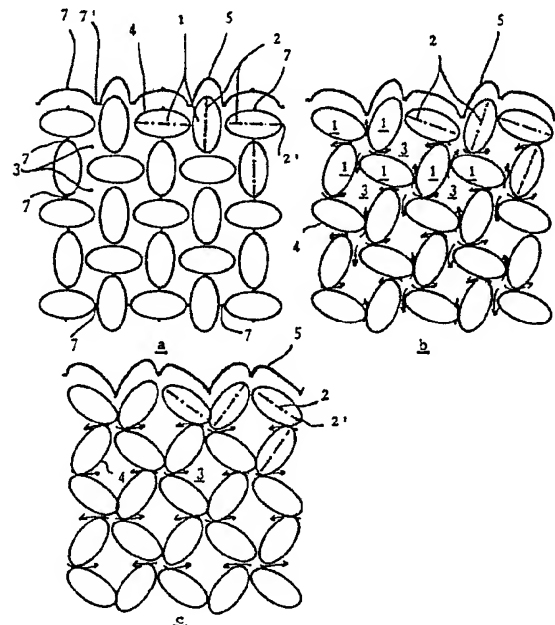


Fig. 1

EP 0 283 718 A1

Gegenstromwärmetauscher

Die Erfindung bezieht sich auf einen Gegenstromwärmetauscher nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Derartige Wärmetauscher sind Arbeitsgerätschaften, die insbesondere in der Landwirtschaft zur Stallbe- und -entlüftung, aber auch für gewerbliche Räume verwendet werden. Bei manchen Anwendung ist eine unbrennbare oder schwer entflammable Ausführung erforderlich. Die Wärmetauscher dienen der Anwärmmung der kalten Zuluft im Winter durch die warme Abluft und damit der verbesserten Energieausnutzung und der Ermöglichung höherer Luftaustauschraten. Zum Betrieb des Zu- und Abluftsystems mit Wärmetauscher werden nur zwei Gebläse benötigt, im übrigen ist zumindest der vertikal in einem Schacht oder Kamin eingesetzte Wärmetauscherblock betriebskosten- und wartungsfrei, insbesondere reinigt er sich selbst durch das sich an den Wänden sammelnde und nach unten ablaufende Kondenswasser. Die Wärmetauscher werden deshalb bevorzugt mit vertikalen Kanälen, zumindest jedoch mit einer nennenswerten Vertikalkomponente montiert. Mit derartigen Wärmetauschern sind bereits Wirkungsgrade über 50 % erzielt worden.

Beispielsweise ist ein Gegenstromwärmetauscher bekannt (DE-PS 31 02 523), der als Folienwabenwärmetauscher mit vertikalen Kanälen ausgebildet ist und dessen Durchströmkanäle gemäß einer Ausführungsform aus Wellenbahnen aus Kunststoff gebildet sind, die so zusammengesetzt sind, daß sie die parallelen vertikalen Luftkanäle bilden. In einem Wärmetauscherblock wechseln sich in horizontalen Schnittebenen in den Haupttrichtungen die Querschnittsflächen der aufsteigenden Abluftkanäle mit den Querschnittsflächen der absteigenden Zuluftkanäle ab. Gemäß einer speziellen Ausführungsform werden die Kanäle auch durch Hohlkammerprofilplatten gebildet, deren Hohlkammern ein ellipsenförmiges Profil aufweisen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Wirkungsgrad des Gegenstromwärmetauschers ohne Inkaufnahme sonstiger funktioneller Nachteile durch Erhöhung der durch die jeweiligen Wände hindurch herrschenden Temperaturunterschiede noch weiter zu verbessern. Dies wird durch die im Anspruch 1 oder 8 gekennzeichnete Erfindung erreicht. Sie betrifft nicht-rotationssymmetrische Kanäle, also mit nicht-kreisförmigem Querschnitt, der sich entlang der Kanallänge wendet, bzw. Kanäle mit sich entlang der Kanallänge ändernder Querschnittsfläche, wodurch eine Luftverdrängung und ein Hin- und Herströmen zwischen benachbarten Kanälen stattfindet. Gemäß einem optimalen

Konzept sind diese beiden Aspekte kombiniert.

Die gekennzeichnete Erfindung einerseits mit dem sich entlang der Kanalerstreckung drehenden Querschnitt, also insbesondere mit drehenden Kanten oder Querschnittsachsen - Ansprüche 2 bis 4 -, und andererseits mit der sich ändernden Querschnittsfläche - Anspruch 8 - ergibt eine gewendelte bzw. pulsierende Ausführung, die dazu beiträgt, daß sich in diesen Kanälen und auch in den gegensinnig durchströmten Kanälen, die dazwischenliegen, die Luftströme verwirbeln und immer wieder von der Wand ablösen, so daß nicht innerhalb dieser Kanäle, die beispielsweise die aufsteigenden Abluftkanäle sind, eine warme Kernsäule bis zum oberen Luftabzug weitgehend ohne Kontakt mit der Wärmetauscherwand aufsteigt, vielmehr wird die Luft in den Kanälen jeweils in Drall bzw. Hin- und Herbewegung versetzt, wodurch sich ständig wechselnde Anteile im wärmetauschenden Wandkontakt befinden. Diesbezüglich wird bereits ein Fortschritt erzielt, wenn nur eine der beiden Kanalarten, also Abluftkanäle oder Zuluftkanäle, die darin geführte Luft entsprechend verwirbeln, ein optimales Ergebnis erzielt man indessen, wenn beide Kanäle erfindungsgemäß ausgeführt sind. Anders als bei einem Wabenwärmetauscher, wird also eine starke Verwirbelung erzeugt.

Die Verwirbelung der Luftströme kann durch zusätzliche Maßnahmen, in den Zuluftkanälen auch durch Luftleitbleche - die in den Abluftkanälen den Selbstreinigungseffekt stören würden - gesteigert werden. Anspruch 5 gibt diesbezüglich ergänzende Maßnahmen an, wobei insbesondere ein progressiver Drall als zweckmäßig erachtet wird. Eine weitere Maßnahme gemäß Anspruch 6 sieht vor, daß sich die Wendelrichtung im Verlauf der Länge ändert, insbesondere sprunghaft, wobei beispielsweise zwei, aber auch mehr Abschnitte von jeweils wechselnder Wendelrichtung vorhanden sein können.

Eine spezielle Ausführungsform nach Anspruch 7 sieht vor, daß die Drehung der Querschnitte gleichzeitig mit einem Versatz der Querschnittsmittelpunkte einhergeht, insbesondere so, daß in der Projektion des Kanals auf die Horizontale keine Fläche vorhanden ist, die von oben bis unten vollständig nur dem betreffenden Kanal zugeordnet ist. Auch hierdurch wird vermieden, daß entlang der Kanal-Längsachse ein mittlerer Luftfaden stehenbleibt, der zum Wärmeaustausch wenig beiträgt.

Gemäß Anspruch 10 ergibt sich die zweckmäßige Situation, daß gleichsinnig durchflossene Luftkanäle, insbesondere die warmen Abluftkanäle, einander nur punktweise, ggf. über kurze

Stege, berühren. Dies stellt einen weiteren Effekt der Erfindung dar, da durch die Formgebung der Kanäle lange Längsbereiche der Berührung gleichartiger Kanäle vermieden werden, was wiederum die effektive Wärmetauscherfläche erhöht. Da auch die Wendelung bzw. Erweiterung und Verengung an sich die Wärmetauscherfläche pro Höhe des Wärmetauscherblocks erhöht, kann diese Höhe insgesamt bei gleichem Effect niedriger gehalten werden.

Entlang den Kanälen, insbesondere an den Wendel- oder Flächenänderungs-Wendepunkten, so vorhanden, können nach Anspruch 12 spezielle Wirbelkammern eingefügt sein, die insbesondere die Konfiguration hohler Würfel haben können. Der gleichmäßig insbesondere mit Drall hindurchziehende Luftstrom verfängt sich an den Innenflächen der Würfel und mischt sich hierdurch neu. Sind die Wirbelkammern angenähert eher rund, so dienen sie als relative Ruhestrecken in der Länge des Wärmetauschers. Durch die Wahl der Länge dieser Wirbelkammern läßt sich eine Anpassung zwischen der Länge des Wärmetauschers und der zur Verfügung stehenden Gebläseleistung durchführen.

Nach Anspruch 12 können die Kanäle in an sich bekannter Weise (DE-PS 31 02 523) aus Profilplatten gebildet werden, die jedoch nicht nur im Horizontalschnitt, sondern auch im Vertikalschnitt ein Profil aufweisen. Bei passender Konstruktion genügen Profilplatten einer einzigen Profilierung, die passend zusammengefügt werden, was Lagerhaltung und Montage erheblich vereinfacht.

Die Verbindung der Profilplatten erfolgt zweckmäßigerweise nach dem Anspruch 14, wobei die Luft zwischen den Kanälen hin- und herwechseln muß, was zu einer verstärkten Verwirbelung führt. Die Maßnahme nach Anspruch 15 fördert weiterhin den Luftwechsel zwischen den Kanälen.

Für den Wärmetauscher wird, wie es bei den beschriebenen Beispielen angenommen wurde, aufgrund des gewünschten Selbstreinigungseffekts insbesondere der Abluftkanäle eine stehende, also vertikale Anordnung bevorzugt. Es kommt jedoch auch eine liegende Anordnung nach Anspruch 16 in Frage, die bei manchen vorhandenen Gebäuden leichter zu installieren ist. Hierbei müßten dann die geschlossenen Kanäle die Frischluftkanäle und deren Zwischenräume, die ja gegeneinander offen sind, die Abluftkanäle sein und eine Regneranlage enthalten, mit deren Hilfe die Schmutzablagerungen aus diesem Zwischenraumkanälen, also von den Außenseiten der geschlossenen Kanäle, ausgewaschen werden können.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Weiterbildungen der Neuerung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 drei ausschnittsweise Querschnitte durch einen Gegenstromwärmetauscher in verschiedenen Höhenebenen;

Fig. 2 eine ausschnittsweise Seitenansicht des Wärmetauschers nach Fig. 1 unter Aufzeichnung der Schnitt-Höhenebenen;

Fig. 3 und 4 jeweils drei Schnittdarstellungen in verschiedenen Höhen ähnlich Fig. 1 durch abgewandelte Gegenstromwärmetauscher;

Fig. 5 und 6 Querschnitte entsprechend Fig. 1 durch einen Wärmetauscher mit abgewandelter Kanal-Querschnittsform;

Fig. 7 einen weiterhin abgewandelten Wärmetauscher in zwei Querschnitten;

Fig. 8 sechs Horizontalschnitte durch einen weiterhin abgewandelten Gegenstromwärmetauscher;

Fig. 9 eine Seitenansicht zweier benachbarter Abluftkanäle eines Gegenstromwärmetauschers, mit in seinen verschiedenen Höhen durch ein Achsenkreuz schematisch angedeuteten Querschnitten;

Fig. 10 eine Ansicht durch die Kanalanordnung eines Wärmetauschers ähnlich dem nach Fig. 9, jedoch in einer um 90° verdrehten Ebene X-X gesehen;

Fig. 11 einen schematischen Schnitt entsprechend einer Ebene XI-XI in Fig. 10 bei einer abgewandelten Ausführungsform;

Fig. 12 Beispiele von weiteren Kanalquerschnitten, die im Rahmen der Erfindung verwendbar sind.

Fig. 13 drei ausschnittsweise Querschnitte durch eine abgewandelte Konstruktion des Gegenstromwärmetauschers;

Fig. 14 einen Teilschnitt durch den Wärmetauscher nach Fig. 13 in einer Ebene XIV-XIV;

Fig. 15 einen Teilschnitt durch den Wärmetauscher nach Fig. 13 in einer Ebene XV-XV;

Fig. 16 in perspektivischer Darstellung einen Ausschnitt aus dem Block eines weiterhin abgewandelten Wärmetauschers.

In den verschiedenen Horizontalschnittdarstellungen sind nicht die im Hintergrund noch sichtbaren Kanten, sondern nur die Schnittkanten selbst dargestellt. Fig. 1 zeigt in drei höhenmäßig relativ nahe beieinanderliegenden Horizontalschnitten a, b und c (Fig. 2) einen Ausschnitt aus einem insgesamt einen Block bildenden Kanalsystem eines Gegenstromwärmetauschers, mit Abluftkanälen 1 mit elliptischem Querschnitt, dessen lange Ellipsenachse 2 sich von unten nach oben dreht so daß die Enden der Achsen 2 jeweils Schraubenlinien 2' (Fig. 2) beschreiben. Es sei angenommen, der Schnitt a sei in einer Ebene im unteren Bereich des Wärmetauscherblocks gelegt. Die Achse 2 des in der Darstellung rechts oben

befindlichen Abluftkanals 1 liegt in der Schnittebene a parallel zur vorderen und hinteren Bildkante. In der Schnittebene b weist die Achse 2 dieses Kanals zur vorderen und hinteren Bildkante bereits einen Winkel von ca. 20° und in der Schnittebene c von 40° auf. Bei der Ausführung nach Fig. 1 setzt sich die Drehung schraubenartig von unten bis oben fort, wobei je nach Höhe des Wärmetauscherblocks insgesamt Drehungen von mehreren 360° erreicht werden.

Zwischen den Abluftkanälen 1 befinden sich Zwischenräume, die im Horizontalschnitt jeweils etwa viereckig mit geschweiften Kanten sind und als Zuluftkanäle 3 dienen. Diese Vierecke der Zuluftkanäle 3 wechseln zwar mit den Drehungen der Abluftkanäle 1 im einzelnen ihre Größe, ihre Summe bleibt jedoch gleich. Soweit die Summe der Zuluftkanalquerschnitte und die Summe der Abluftkanalquerschnitte sich nicht genau gleichen, können sich die Luftdurchsätze durch unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten aneinander angleichen, überwiegend wechseln jedoch, sofern möglich, Luftanteile zwischen den Kanälen der gleichen Kategorie - Abluft bzw. Zuluft - hin und her. Während in den Abluftkanälen relative warme und feuchte Stallluft nach oben aufsteigt, wird durch die Zuluftkanäle 3 kalte Außenluft von oben nach unten angesaugt. Die Abluftkanäle 1 und die Zuluftkanäle 3 werden durch relativ dünne im wesentlichen aufrechtstehende Wände 4 voneinander getrennt, zwischen denen ein Wärmeübergang von den Abluftkanälen 1 zu den Zuluftkanälen 3 stattfindet. Aufgrund des Dralls, den die gewendelten Abluftkanäle auf die jeweilige darin fließende Luftströmung ausüben, wird die Luft ständig verwirbelt und löst sich von der Wand, um dort durch Luft aus der Mitte ersetzt zu werden. Durch die wendelartige Verdrehung der Querschnittsausdehnung der Abluftkanäle 1 wird also nicht nur die Oberfläche dieser Kanäle und damit die Wärmetauscherfläche vergrößert, sondern auch für eine gleichmäßige Beteiligung des gesamten Luftvolumens am Wärmetauschkvorgang gesorgt. Bei der Ausführung nach Fig. 1 und 2 wird auch die Zuluft erheblich verwirbelt, und zwar nicht nur durch die Wendelung der Zuluftkanäle 3, sondern auch durch deren Querschnittsänderungen, die eine Luftverdrängung zwischen den einzelnen Zuluftkanälen 3 erzwingen, wie in Fig. 1 durch Pfeile angedeutet ist. In den Schnitten 1b einerseits und 1c andererseits sind hinsichtlich der Luftverdrängung etwas unterschiedliche Ausführungen symbolisiert, wie noch beschrieben wird. Das Kondenswasser, das sich im Inneren der Abluftkanäle 1 an deren Wand absetzt, läuft ungehindert an der Wand entlang herunter und reinigt in an sich bekannter Weise die Innenwand der Abluftkanäle, was durch die eckenfreie Konstruktion dieser Kanäle

gefördert wird. Das Kondenswasser wird unten abgefangen und abgeführt. In den Zuluftkanälen 3 sammelt sich weniger Schmutz und kaum Kondenswasser, so daß örtliche spitzwinklige Eckkanten dieser Kanäle keine Beeinträchtigung bringen.

Zur Konstruktion des Wärmetauschers nach Fig. 1 und 2 können entsprechend verdrehte Kanalleitungen mit elliptischem Querschnitt verwendet werden. Es ist jedoch auch möglich, den Querschnitt aus Profilplatten 5 zusammenzusetzen, die in ihrer Hauptrichtung parallel zueinander quer durch den Block des Wärmetauschers verlaufen und diesen hierdurch aufbauen. Für die jeweils äußerste der dargestellten Wandbereiche ist in den Schnittdarstellungen von Fig. 1 jeweils noch getrennt die jeweilige Schnittansicht der einzelnen Profilplatte 5 dargestellt. Durch phasenrichtiges Zusammenbauen derartiger Profilplatten ergeben sich automatisch die Abluftkanalwendeln bzw. die dazwischenliegenden spitzkantigen Zuluftkanalwinkel. Die Ränder des Blocks können ungefaßt sein, also im montierten Zustand durch die Gebäudeschachtwand gebildet werden, oder können in an sich bekannter Weise (DE-PS 31 02 523) durch spezielle Profilplatten gebildet sein.

Bei einem Aufbau des Wärmetauschers aus den Profilplatten 5 kann die aus der Luftverdrängung resultierende Querströmung nur jeweils in einer Ebene parallel zu diesen Profilplatten erfolgen. Während die diese Querströmung zeigenden Pfeile in Fig. 1b für den Fall eingezeichnet sind, daß einzelne verdrehte Kanalleitungen verbaut sind, geben die Pfeile in Fig. 1c den Fall an, daß Profilplatten 5 verwendet wurden.

Im Fall einzelner verdrehter Kanalleitungen haben zweckmäßigerweise alle dieser Kanalleitungen einen gegenseitigen Abstand zum Durchtritt der Zuluft vom einen zum anderen der Kanäle 3, jedoch sind zur Bildung des Wärmetauscherblocks in manchen Horizontalschnitten Koppelpunkte 7 vorhanden, beispielsweise in Form von Steck- oder auch Schnappnoppen.

Stecknoppen können bei der Montage auch noch geklebt werden. Ist der Wärmetauscherblock aus Profilplatten 5 zusammengesetzt, so ist es eine Frage der Einzeldimensionierung, ob die Platten gitterplattenartig, also mit Löchern zum Austausch zwischen den beiderseitigen Zuluftströmen gebaut sein können oder ob, wie nach Fig. 1c, der Zuluftaustausch nur parallel zu den Platten 5 möglich ist. Die Profilplatten 5 weisen ebenfalls zum Aneinanderheften paralleler Kanalreihen Koppelpunkte 7 auf, außerdem werden zweckmäßigerweise an Koppelstreifen 7', die zwischen den Kanälen liegen, die beiden jeweils eine Kanalreihe bildenden Profilplatten 5 miteinander verbunden, insbesondere verklebt. Sie können auch durch Kleinprofile oder Steckmittel örtlich an-

einander festgelegt sein, damit die insgesamt nicht sehr starren Plattenstapel eine korrekte Ausrichtung erhalten und beibehalten.

Gemäß Fig. 1 wechseln sich die benachbarten Abluftkanäle 1 hinsichtlich der Orientierung ihrer Querschnittsachse 2 stets ab.

Fig. 3 zeigt die Anordnung elliptischer Kanäle in etwas anderem Muster. Während sich nach Fig. 1 die beiden Richtungen in jeder Schnittebene alternierend abwechselten, haben nach Fig. 3 in einer Grundrichtung benachbarte Kanäle parallele Achsen 2 und in der anderen Grundrichtung aufeinander senkrechte Achsen 2.

Fig. 4 zeigt eine Ausführung entsprechend Fig. 3, aber aus Profilplatten 5 aufgebaut. Die Platten 5 sind wieder, wie unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschrieben, am Koppelstreifen 7' zur Bildung der Kanalreihen zusammengeklebt und an in Vertikalrichtung beabstandeten Koppelpunkten 7 von Kanalreihe zu Kanalreihe zusammengeheftet. Wie ersichtlich, sind die Kanäle in Reihen 8 und Spalten 9 angeordnet, und bei der dargestellten Ausführungsform sind die längeren Achsen 2 der Kanäle 1 jeder Spalte in jeder Horizontalschnittebene zueinander parallel. Die Profilplatten 5 haben deshalb in jeder Schnittebene für alle Reihen und deren gegenüberliegende Seiten gleiches Profil, für die gegenüberliegenden Seiten allerdings in Kopfüber-Anordnung. Der Wärmetauscherblock läßt sich also aus gleichen Profilplatten zusammenbauen.

Die Figuren 5 und 6 zeigen Anordnung entsprechend Fig. 1 bzw. 4, jedoch mit einer abgewandelten Kanalquerschnittsform, die nach Fig. 5 rauteenförmig und nach Fig. 6 trapezförmig ist. Fig. 7 veranschaulicht einen quadratischen Kanalquerschnitt, insoweit kann bei derartigen Querschnitten im Einzelfall nicht von sich drehenden Querschnittsachsen gesprochen werden. Wie in Fig. 5 eingezeichnet, beschreiben Kanten 2" und 3", die bei den Rauten von Fig. 5 an den Enden der Rautenachsen 2 bzw. 3 sitzen, entlang dem Kanal Schraubenlinien.

Fig. 8 zeigt anhand von sechs benachbarten Horizontalschnitten a, b, c, d, e und f eine Ausführung, die anhand rechteckiger Kanalquerschnitte dargestellt ist. Die Querschnitte könnten jedoch auch eine andere längliche Form aufweisen. Die Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, daß beispielsweise zwischen den Schnitten in den Schnittebenen a und e oder b und f die zusammengehörigen Kanäle keinerlei Deckung aufweisen, so daß es vollkommen ausgeschlossen ist, daß sich in einem mittleren Kanalkern eine Strömungssäule einstellt, die ohne Austausch mit dem umgebenden Schichten gerade durchzieht.

Dies wird erreicht durch zwei Sätze von Kanalwendeln, die wiederum die Abluftkanäle sind und

mit 1' bzw. 1" bezeichnet sind. In der Darstellung nach Fig. 4 drehen sich die langen Achsen 2 der Kanäle 1' in der Fortschrittrichtung von a nach f im Gegenuhrzeigersinn und diejenigen der Kanäle 1" im Uhrzeigersinn. Ein strichpunktiert eingezeichnetes Quadrat 10 kann als Raumbereichsreferenz dienen, es zeigt in sämtlichen Schnittdarstellungen eine gleiche prismenförmige Raumsäule. Seitlich in das Bild hereinwandernde, im Schnitt a noch nicht sichtbare Kanalquerschnitte sind gestrichelt eingezeichnet. Die Kanalwände sind in Abständen durch die Koppelstellen 7 in Form von Stegen miteinander verbunden.

Für die Verwirbelung ist es besonders vorteilhaft, wenn sich der Drehsinn der Wendel im Verlauf der Höhe ein-oder mehrmals umkehrt. Fig. 9 zeigt zwei benachbarte Abluftkanäle 1 mit jeweils länglich-rundem Querschnitt, bei denen in einer gegebenen Drehphase jeweils eine Wirbelkammer 8 in Form eines Hohlquaders eingesetzt ist, an dessen beiden Anschlußseiten der Drehsinn der Kanalquerschnitte entgegengesetzt ist, wie die Darstellung der Linien 2' und 3' der Achsenenden zeigt. Auch durch diese Maßnahme wird der Luftaustausch und der Wandkontakt sämtlicher Abluftpartien gefördert. Fig. 9 zeigt wiederum die Kupplungen 7, die in Abständen entlang der Länge der Kanäle, und zwar in zweckmäßiger Weise jeweils an den Wirbelkammern 8, angeordnet sind und auf diese Art einen festen Block des Wärmetauschers schaffen. Diese Kupplungen 7 bestehen aus an den Profilplatten angeformten Rohrstücken mit Zentrierenden, die miteinander verklebt werden. Durch Zwischenscheiben an den Kupplungen 7 kann der gegenseitige Abstand der Kanäle gewählt werden, was einen Einfluß auf den Strömungswiderstand zwischen den einzelnen Kanälen 4, zwischen denen die Luft aufgrund der Volumenänderungen bei der Drehung des Querschnitts der Kanäle 1 hin- und herströmt, hat und somit eine Anpassung an die Gebläseleistung erlaubt. In der Darstellung von Fig. 9 sind keine Koppelstreifen 7' gezeigt, es kann also davor ausgegangen werden, daß hier die Kanäle nicht aus Profilplatten hergestellt sind, sondern in der zur Zeichenebene senkrechten Richtung ebenfalls durch (nicht dargestellte) Kupplungen 7 verbunden sind.

Die Wirbelkammern 8 schaffen in der dargestellten Ausführung eine Querschnittserweiterung der Abluftkanäle 1 und eine Querschnittsverengung der durch den Zwischenraum gebildeten Zuluftkanäle 4. Auch sie haben also einen Einfluß auf den Durchströmungswiderstand des Wärmetauschers. Durch die Wahl von Form - auch zylindrisch - und Größe - also Querschnitt und Länge - der Wirbelkammern 8 kann eine Optimierung hinsichtlich des Wärmeaustauschs bei gegebener

Gebälseleistung im Hinblick auf die Durchströmungsgeschwindigkeit angestrebt werden.

Figure 10 veranschaulicht einen Ausschnitt, nämlich einen Längenbereich, eines Wärmetauschers etwa der Art nach Fig. 9, jedoch in gestreckterer Ausführung, die praktische Verwirklichung zumeist näherkommen dürfte. Es handelt sich um eine Schnittdarstellung in einer Ebene entsprechend X-X in Fig. 9. In der Darstellung ist, zwischen zwei Schachtwänden 11,11, eine aus zwei Profilplatten 5 zusammengeklebte Tauscherplatte sichtbar, genaugenommen ist nur deren dem Betrachter zugewandte Profilplatte 5 erkennbar. Zwischen den Abluftkanälen 1 liegen die Koppelstreifen 7' in Form von Klebestegen. Die Zuluftkanäle 3 haben also jeweils innerhalb von Kanalgruppen, die durch die aus zwei Profilplatten gebildete Tauscherplatte getrennt sind, untereinander Kontakt, während die Abluftkanäle 1 im Verlauf ihrer Länge nicht miteinander kommunizieren.

Bei einer in vorteilhafter Weise abgewandelten Ausführungsform nach Fig. 11 kommunizieren jedoch auch die Abluftkanäle 1 miteinander, wobei zugleich deren Durchströmungsquerschnitt Änderungen unterworfen ist. Fig. 11 zeigt einen Schnitt entsprechend einer etwas geschwungenen Ebene XI-XII in Fig. 10 durch den Koppelstreifen 7'. Die Darstellung nach Fig. 10 kann auch für diese Ausführungsform gelten.

Die Profilplatten 5 sind hierbei im Bereich der Koppelstreifen 7' nur in Abständen, nämlich in Bereichen 12, miteinander verklebt, während sie in den Zwischenbereichen 13 auseinanderklaffen und eine Kommunikation zwischen den benachbarten Abluftkanälen 1 ermöglichen. Hierdurch wird nicht nur eine gewisse Luftzirkulation zwischen den Abluftkanälen und damit eine verstärkte Verwirbelung erreicht, sondern auch erreicht, daß die Zuluft in noch stärkerem Maße zwischen den Kanälen hin und her wechseln muß; dies deshalb, weil die durch das Klaffen erhöhte "Talsohle" des Koppelstreifens 7', die eine sattelartige Verflachung der zwischen den Abluftkanälen gebildeten Rinne, die den Zuluftkanal 3 bildet, stets dann vorliegt, wenn auch diese Rinne von den Seiten her, also von den Wänden des Abluftkanals 1 her, eingeengt ist. Hierdurch wird verstärkt ausgenützt, daß in den beiden Luftströmungsrichtungen unterschiedliche Wärmetauschmechanismen vorliegen. Bei der Abluft herrscht latente Wärme, die hauptsächlich in Wasserdampf besteht, der an den kalten Wänden kondensiert und hierdurch Wärme an diese Wände abgibt. Beim Zuluftkanal herrscht jedoch "sensible" Wärme, die durch die Verdrängung und Luftströmung übergeben wird.

Figur 12 zeigt noch weitere Beispiele von möglichen Querschnittsflächen gewendelter Kanäle.

Die Figuren 13 bis 15 zeigen noch eine Ausführungsform, die sich für die Verwirbelung der Luftströme nur der Luftverdrängung bedient. Während die aufwärts durchströmten Abluftkanäle 1 ihre Querschnittsfläche im wesentlichen beibehalten, jedoch die Querschnittsform ändern und in Abständen durch auseinanderklaffende Profilplatten 5 miteinander verbunden sind, wechseln die Zuluftkanäle 3 ihren Durchströmquerschnitt in erheblichem Maße, wodurch die insgesamt abwärts strömende Zuluft zu einem ständigen Wechsel zwischen den benachbarten Kanälen gezwungen ist. Hierdurch wird stets wieder frische, kühle Zuluft an die Kanalwände herangebracht, in denen innenseitig insbesondere durch Kondensation von Kondenswasser in der Abluft Wärme freigesetzt wird. In den Bereichen 13, in denen die Profilplatten 5 an den Streifen zwischen den Abluftkanälen 1 nicht miteinander verbunden sind, sondern auseinanderklaffen, wird zusätzliche Wärmeübergangsfläche gewonnen.

Die Figuren 13 bis 15 stellen die Querschnittsvariationen anhand von sich ändernden Trapezquerschnitten der Abluftkanäle 1 dar. Dies ist ein Beispiel, einleuchtenderweise sind auch andere Querschnitte, insbesondere abgerundete unsymmetrische Querschnitte, zur Erzielung des Effekts geeignet.

Figur 16 zeigt perspektivisch einen Ausschnitt aus einem Wärmetauscherblock in liegender Anordnung. Die Wärmetauscherplatten sind hierbei wiederum jeweils aus zwei Profilplatten zusammengebaut und die einzelnen Kanäle weisen pulsierende Querschnitte und zwischen sich Kommunikationsverbindungen auf, die die Verdrängungsluft zwischen benachbarten Kanälen führen. Die einzelnen Profilplatten 5 bestehen hier aus Aluminium, das nur in geringerem Maße tiefziehbar ist und das deshalb ein verhältnismäßig flaches Profil ergibt. Der Wärmetauscher ist aufgrund dieser Materialwahl unbrennbar. Das relativ flache Profil eignet sich speziell für eine liegende Anordnung, da die abgerundeten Kanten und die mäßige Konvexität eine Reinigung durch im Bereich der Abluftkanäle über die Platten rieselndes Wasser begünstigen.

Die Zuluftströme sind durch Pfeile symbolisiert. Ersichtlich wechselt ein Teil der Zuluft im Verlauf der Verengungen und Erweiterungen der einzelnen Kanalquerschnitte zwischen benachbarten Kanälen hin und her. Desgleichen wechselt auch die Abluft entlang der Oberfläche der Profilplatten 5 zwischen den benachbarten Kanälen hin und her, da auch sie entsprechend dem unterschiedlichen Querschnittsbedarf der Zuluftkanäle ausweichen muß.

Gemäß einer weiteren (nicht dargestellten) Abwandlung wird das Luftverdrängungsprinzip auch bei einem Folienwabenwärmetauscher, wie er aus

der DE-PS 31 02 523 bekannt ist, angewandt, indem benachbarte gleichsinnig durchflossene Wabengänge Verbindungen haben und die Wabenwände mal zur einen, mal zur anderen Seite zu vorspringen bzw. eingebaucht sind.

Ansprüche

1. Gegenstromwärmetauscher in einem Zu- und Abluftsystem, insbesondere zur Stallbe- und entlüftung, mit insgesamt parallelverlaufenden Abluftkanälen (1) und Zuluftkanälen (3), die in räumlich alternierender Anordnung jeweils durch dünne Trennwände (4), die einen Wärmeübergang gestatten, voneinander abgeteilt sind und von denen wenigstens die Ab- oder die Zuluftkanäle rechtwinklig zur Länge der Kanäle verlaufende Querschnitte mit unterschiedlichen diametralen Querabmessungen aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalquerschnitte sich entlang der Kanalerstreckung drehen.

2. Gegenstromwärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalquerschnitte jeweils wenigstens eine Ecke aufweisen, die entlang dem Kanal eine Kante bildet, und daß diese Kante sich entlang der Kanalerstreckung dreht.

3. Gegenstromwärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die sich drehenden Querschnitte der Abluftkanäle (1) polygonal sind.

4. Gegenstromwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalquerschnitte jeweils eine längere und eine kürzere Achse aufweisen und sich diese Achsen entlang der Kanalerstreckung drehen.

5. Gegenstromwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Steilheit der Querschnittsdrehungen entlang der Kanal-Längserstreckung ändert.

6. Gegenstromwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (1) mit den sich drehenden Querschnitten entlang abwechselnden Längenabschnitten wechselnde Querschnittsdrehrichtungen haben (Fig. 9).

7. Gegenstromwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der Arten von Kanälen - Abluftkanal (1) oder Zuluftkanal (3) - keine vom einen Kanalende bis zum anderen Kanalende durchgehende gerade Säule aufweist (Fig. 8).

8. Gegenstromwärmetauscher in einem Zu- und Abluftsystem, insbesondere zur Stallbe- und -entlüftung, mit insgesamt parallelverlaufenden Abluftkanälen (1) und Zuluftkanälen (3), die in räumlich alternierender Anordnung jeweils durch

dünne Trennwände (4), die einen Wärmeübergang gestatten, voneinander abgeteilt sind und von denen wenigstens die Ab- oder die Zuluftkanäle rechtwinklig zur Länge der Kanäle verlaufende Querschnitte mit unterschiedlichen diametralen Querabmessungen aufweisen, vorzugsweise nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Abluftkanäle miteinander und/oder benachbarte Zuluftkanäle miteinander zumindest in Abständen kommunizieren und sich die Querschnittsfläche dieser Kanäle entlang der Kanalerstreckung ändert.

9. Gegenstromwärmetauscher nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Querschnittsfläche benachbarter Kanäle in den einzelnen Bereichen der Kanalerstreckung jeweils gegenläufig ändert.

10. Gegenstromwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenräume zwischen den Wänden (5) der Kanäle mit den sich drehenden oder flächenmäßig ändernden Querschnitten die jeweils andere Kanalarart - Abluftkanal (1) oder Zuluftkanal (3) - bilden und die Wände zur Bildung eines Wärmetauscherblocks in Abständen zusammengeheftet sind (bei 7).

11. Gegenstromwärmetauscher nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle (1) mit den sich drehenden oder flächenmäßig ändernden Querschnitten über Kupplungen (7) zusammengeheftet sind, die einen einstellbaren Abstand zwischen den sich jeweils hinsichtlich der Kupplung gegenüberstehenden Kanalwänden fixieren.

12. Gegenstromwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß entlang den Kanälen (1) mit den sich drehenden oder flächenmäßig ändernden Querschnitten Längenbereiche (8) einer sprunghaft geänderten bzw. einer konstanten Kanal-Querschnittsform eingefügt sind.

13. Gegenstromwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalwände (4) durch Profilplatten (5) gebildet sind, die sich einerseits in Längsrichtung und andererseits in Querrichtung des Wärmetauschers erstrecken und in diesen beiden Richtungen ein sich änderndes Profil aufweisen.

14. Gegenstromwärmetauscher nach dem auf Anspruch 8, 10 und 12 rückbezogenen Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Profilplatten (5) jeweils paarweise in Flächenbereichen (7') zwischen den Kanälen (1) mit den sich drehenden oder flächenmäßig ändernden Querschnitten miteinander verbunden sind und diese Profilplattenpaare in Richtung der Tiefe des Wärmetauschers mit den jeweils benachbarten Profilplattenpaaren an den Längenbereichen mit der sprunghaft geänderten

bzw. konstanten Kanal-Querschnittsform verbunden sind (bei 7), während zwischen diesen Verbindungsstellen (7) ein Spalt verbleibt.

15. Gegenstromwärmetauscher nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Profilplatten (6) in den Flächenbereichen (7') zwischen den Kanälen (1) nur stellenweise (bei 12) miteinander verbunden sind und dazwischen auseinanderklaffen (bei 13).

5

16. Gegenstromwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 15, gekennzeichnet durch einen im wesentlichen horizontalen Verlauf der Kanäle, deren durch ihre Abstände gegebenen Zwischenräume gegeneinander offen sind und Rückkanäle bilden, und durch eine Regneranlage im Bereich dieser Zwischenräume.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

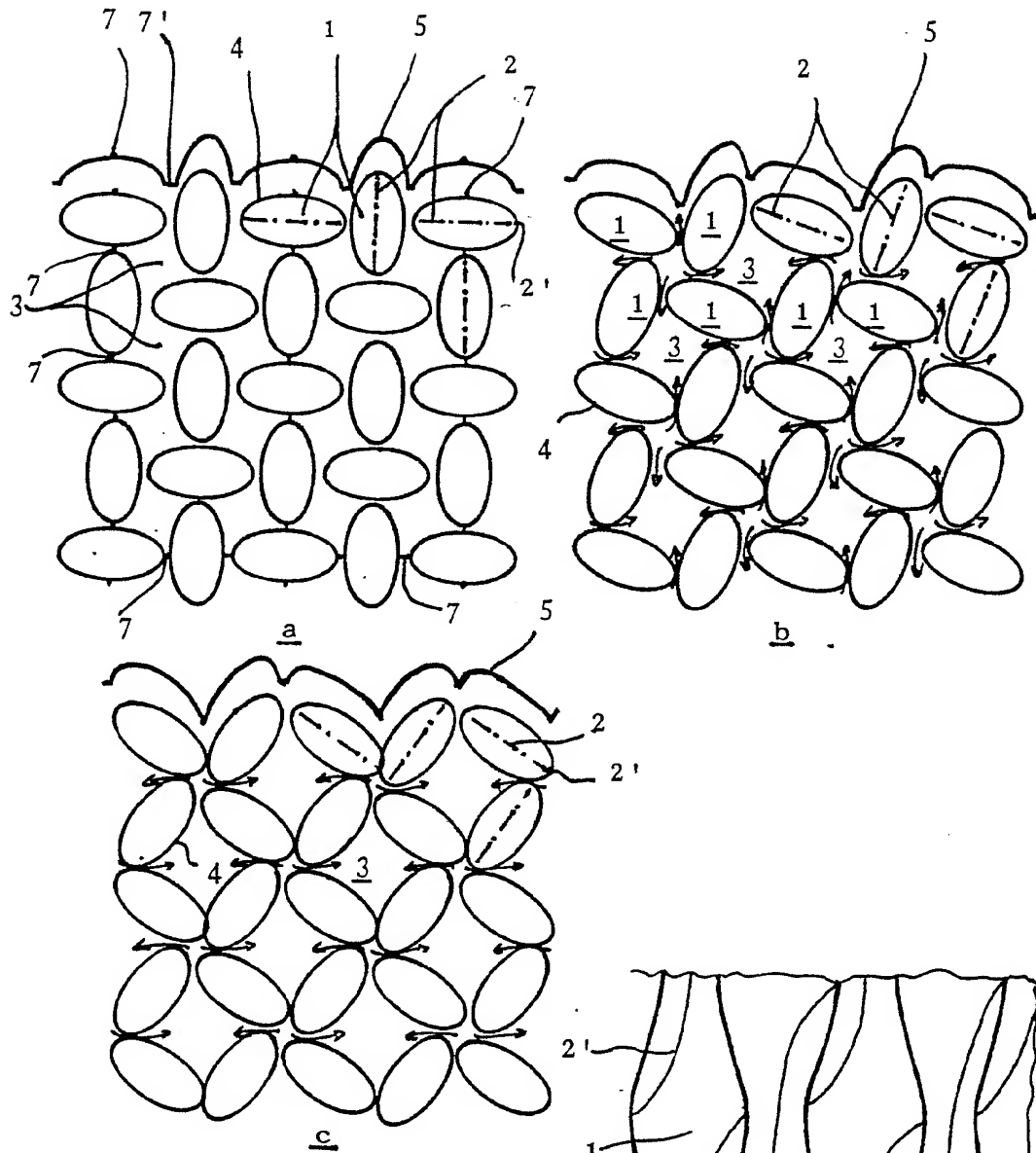


Fig. 1

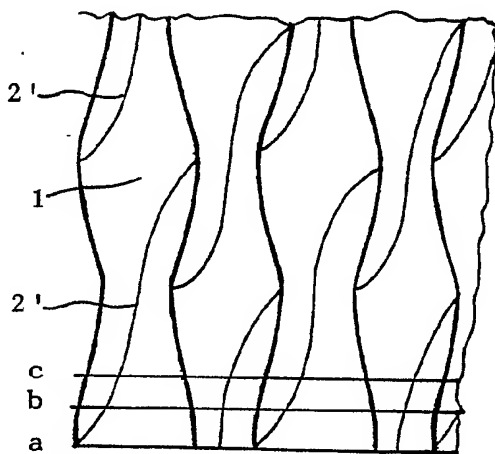


Fig. 2

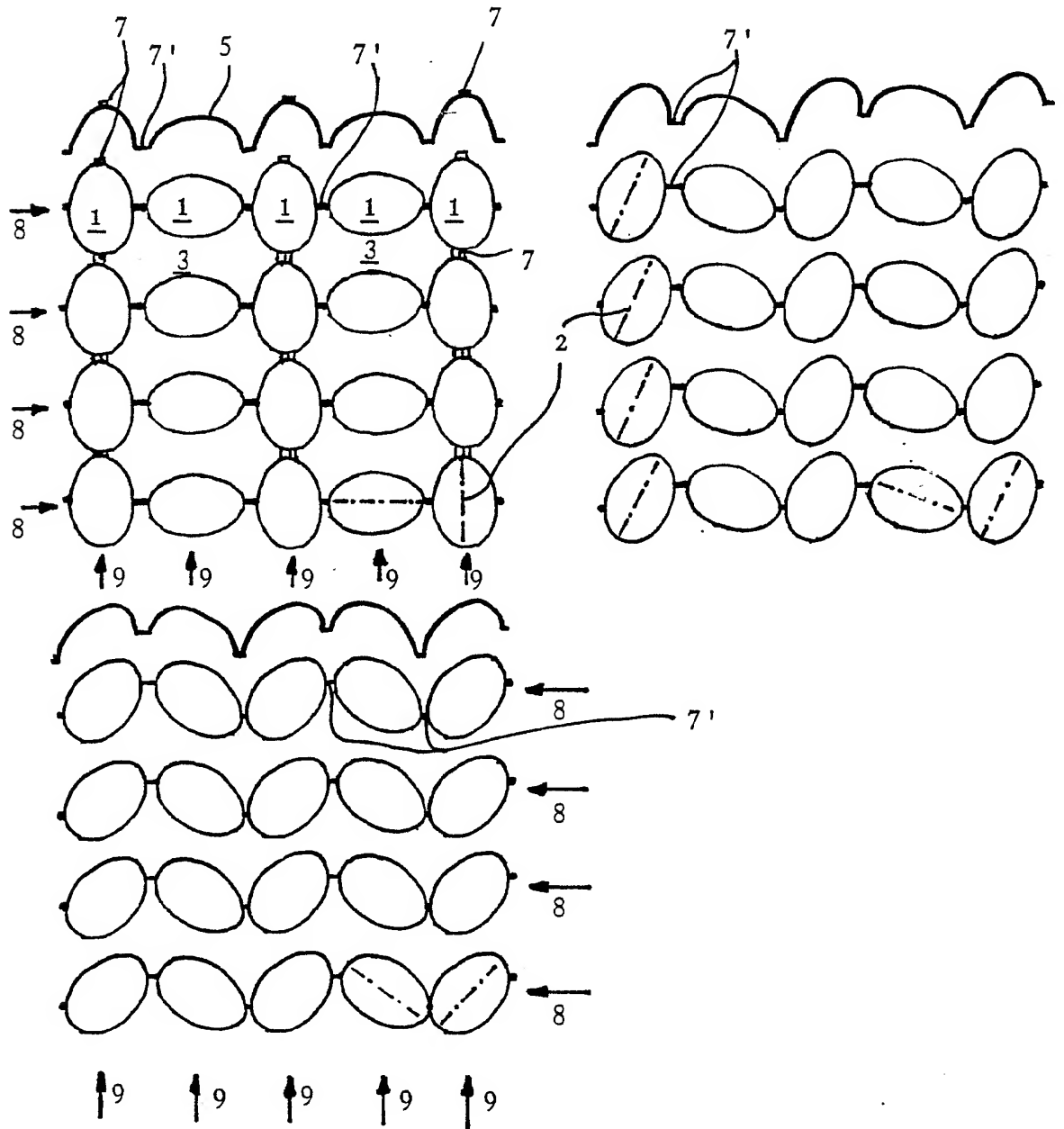
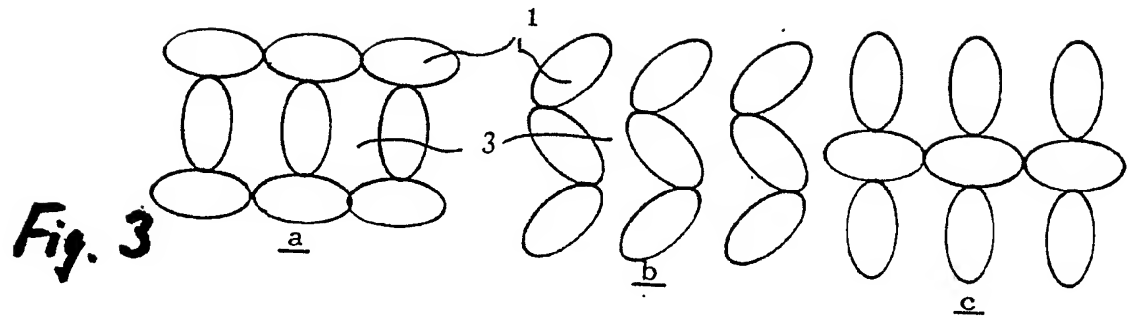
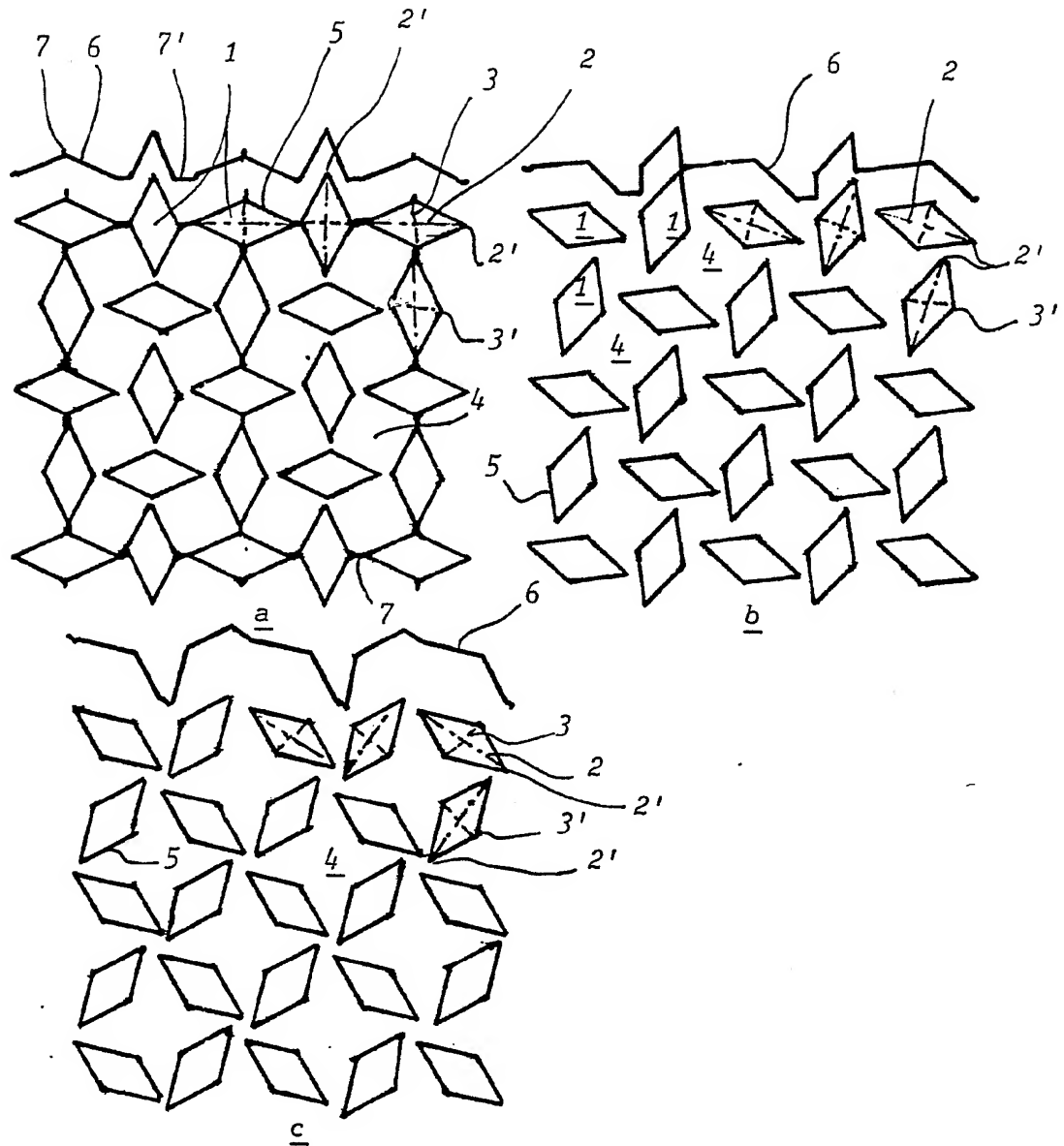


Fig. 4

**Fig. 5**

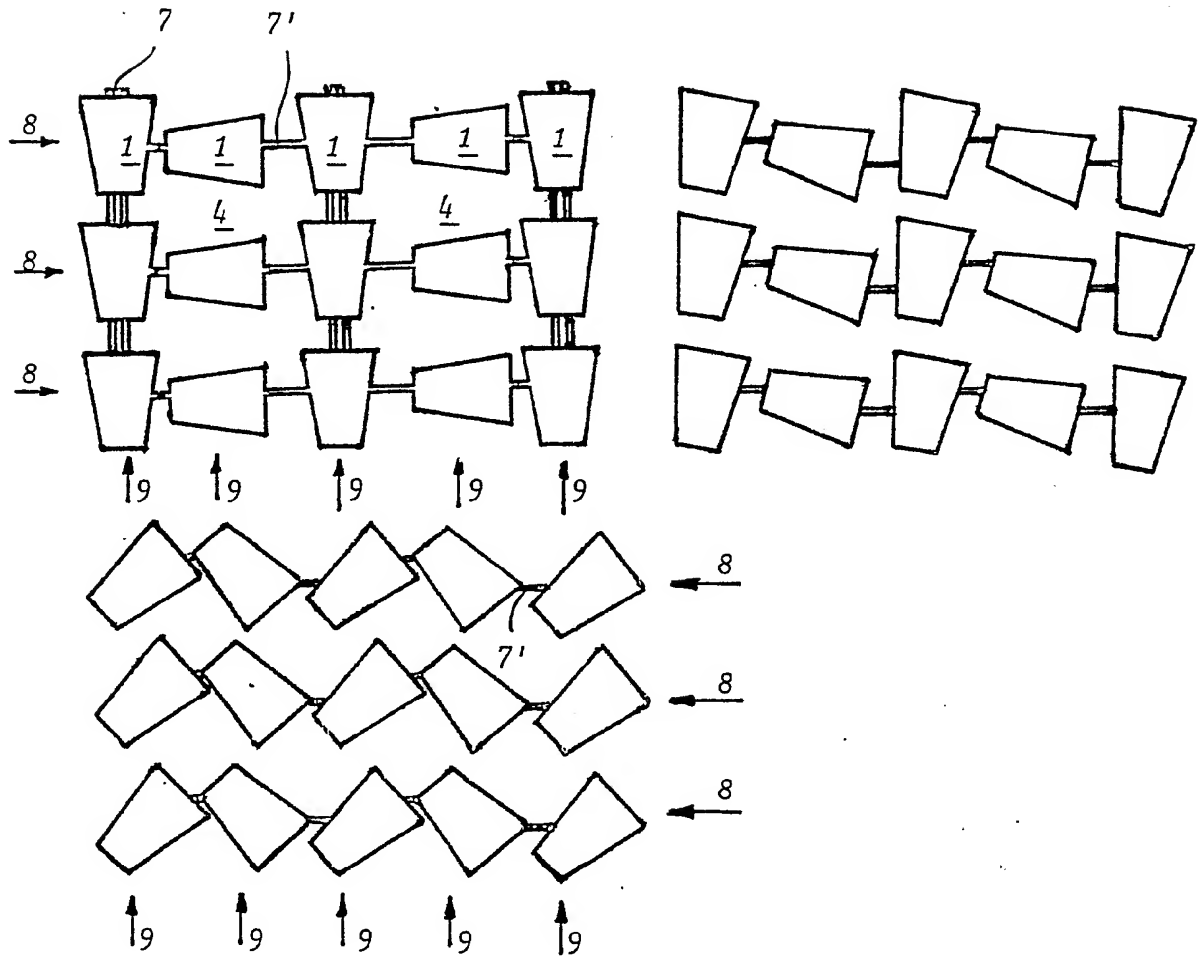


Fig. 6

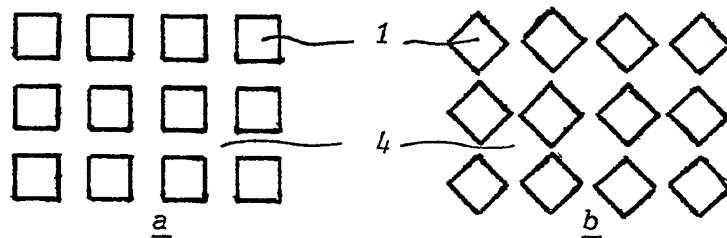


Fig. 7

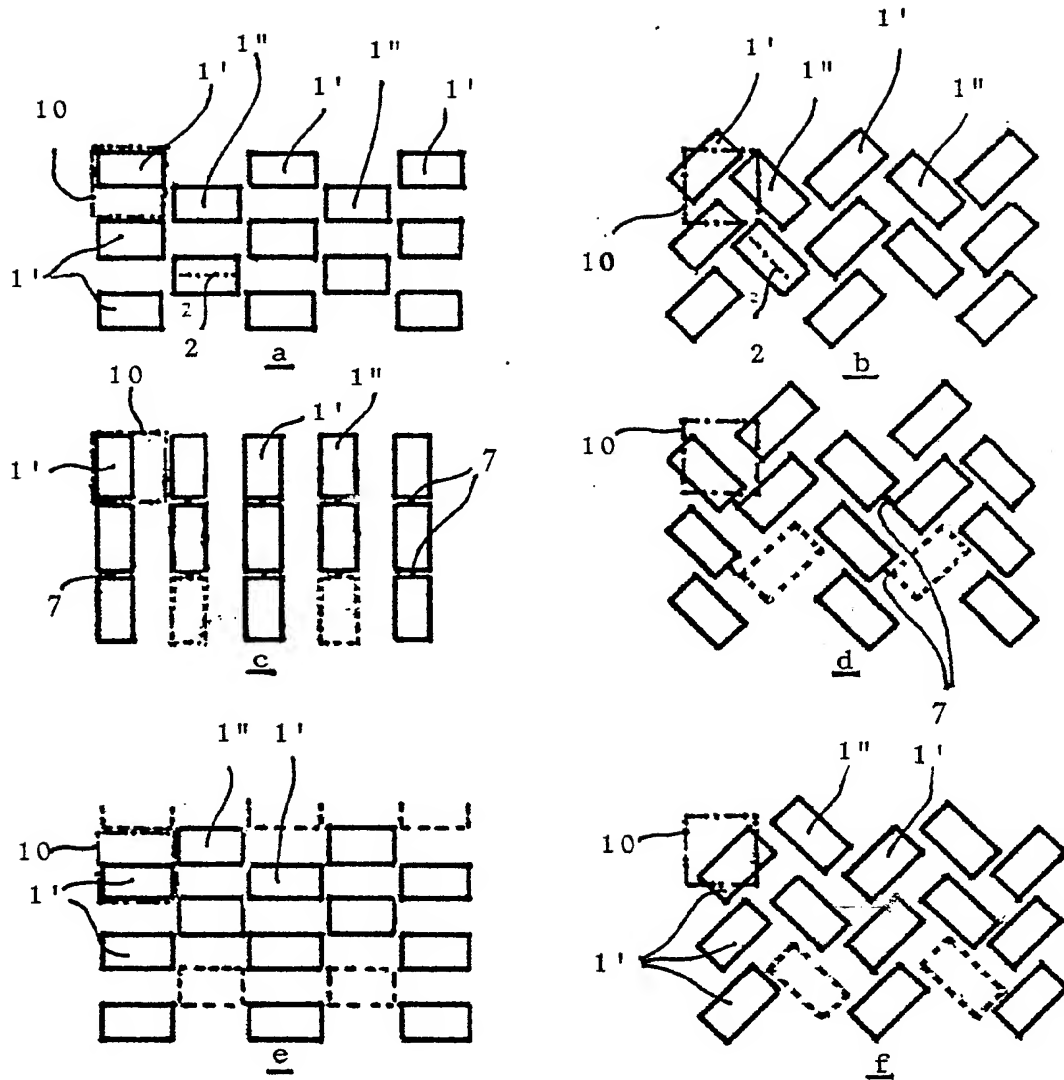


Fig. 8

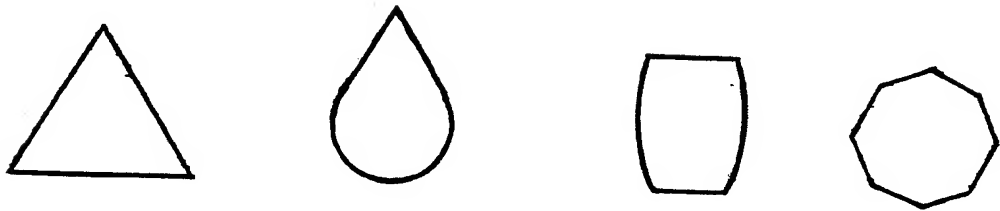
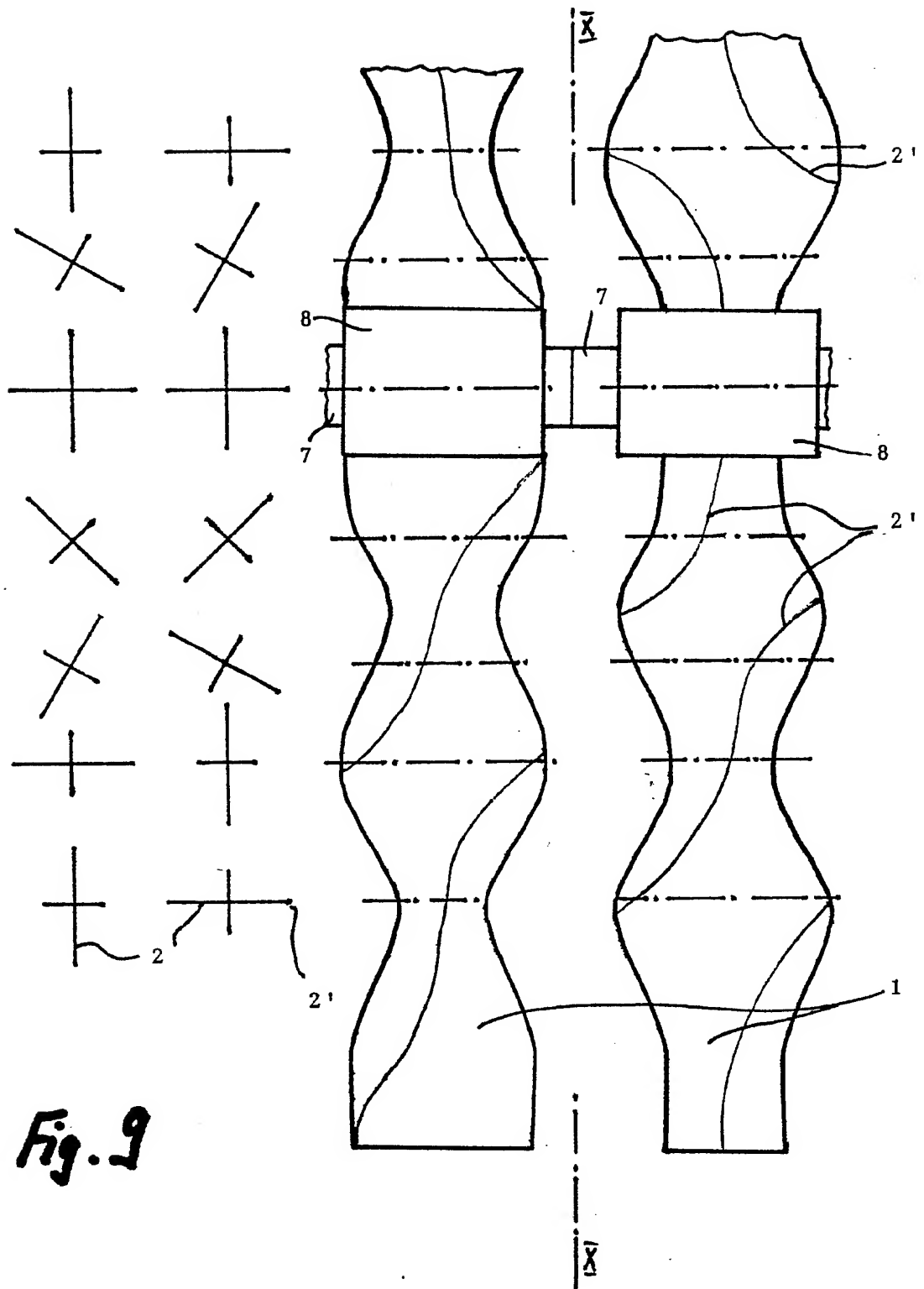


Fig. 12



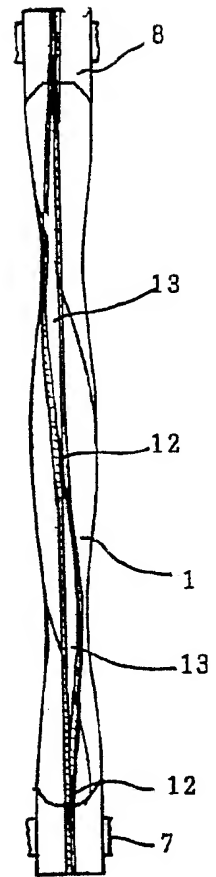
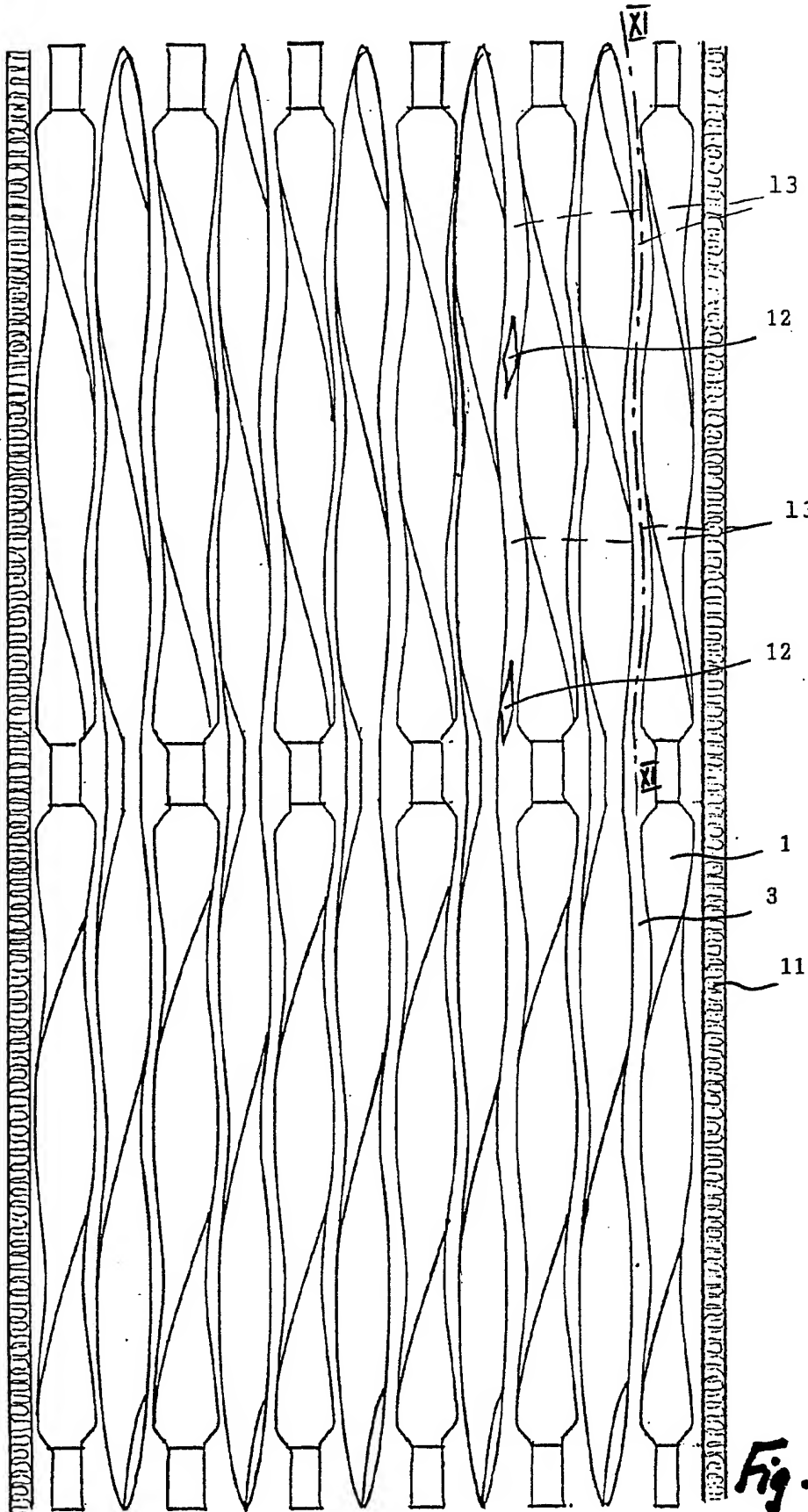


Fig. 11

Fig. 10

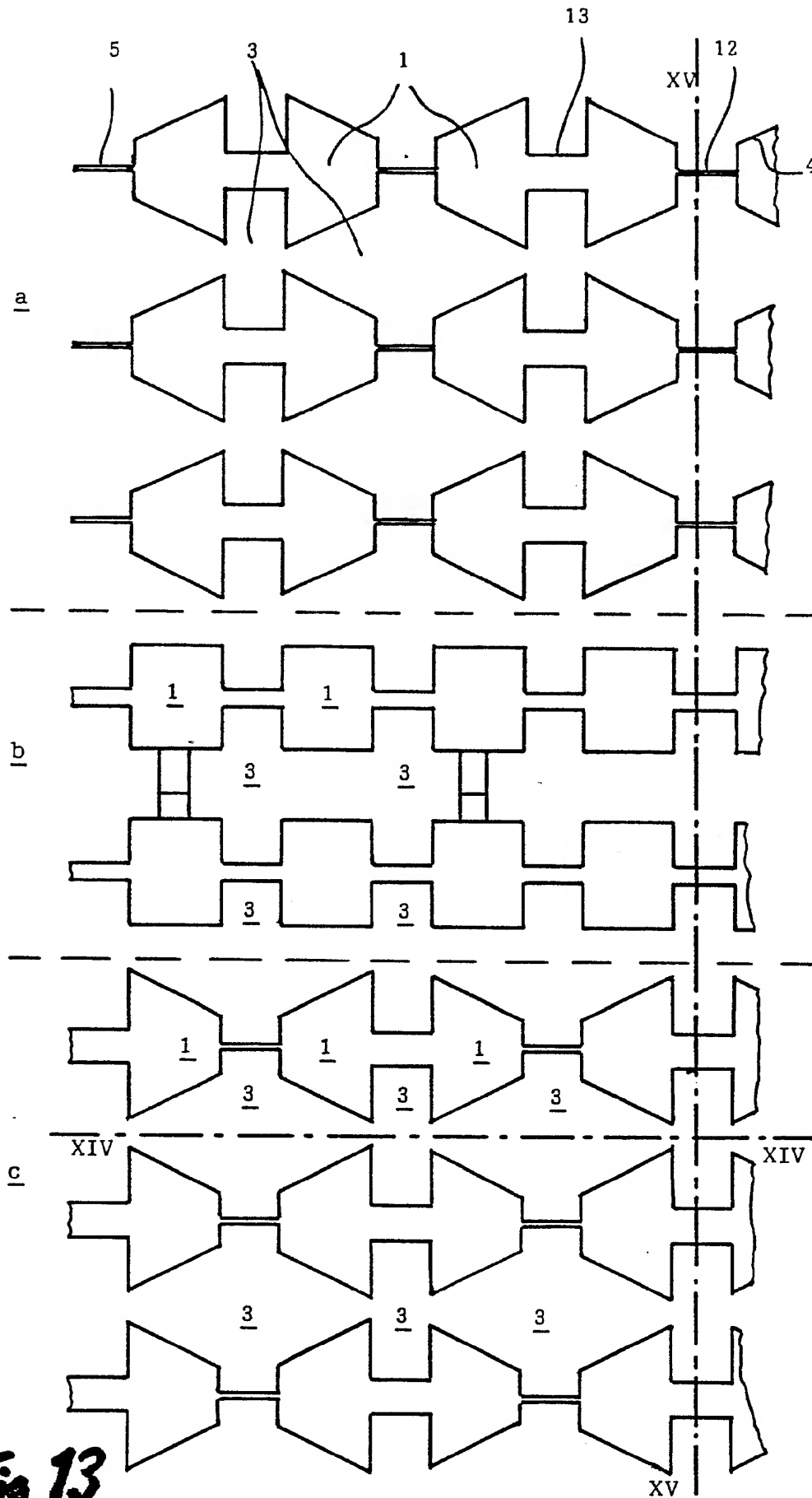


Fig. 13

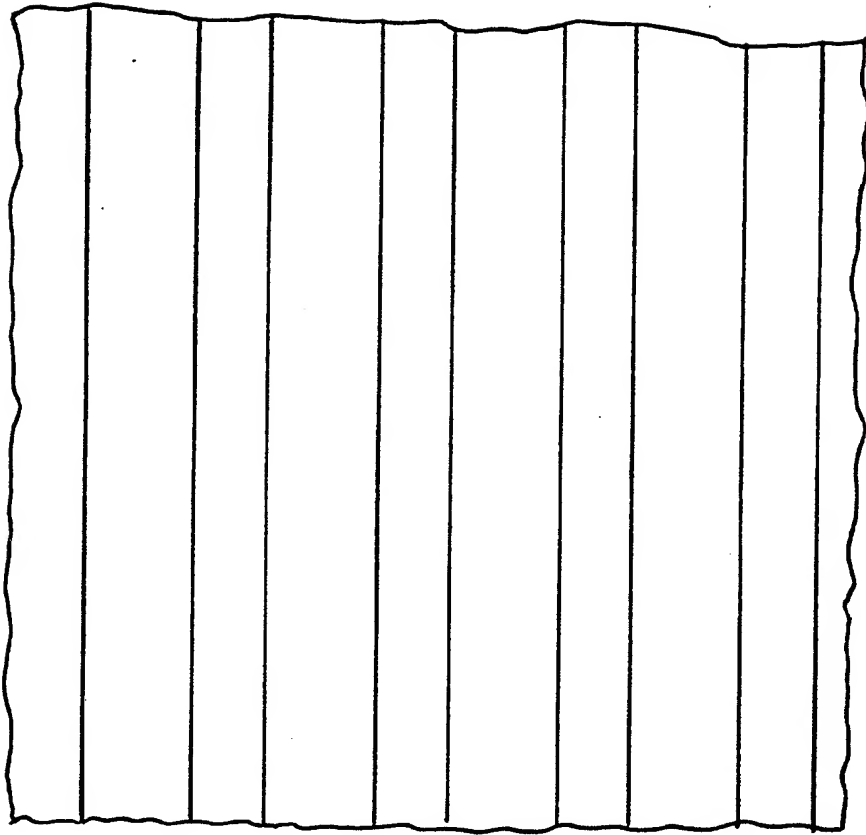


Fig. 14

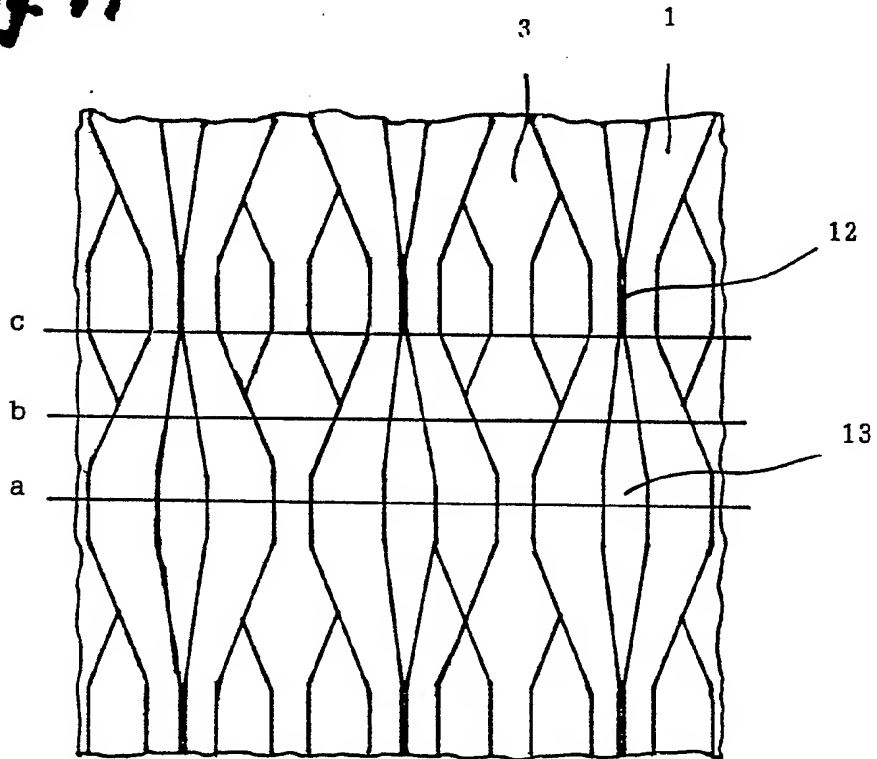


Fig. 15

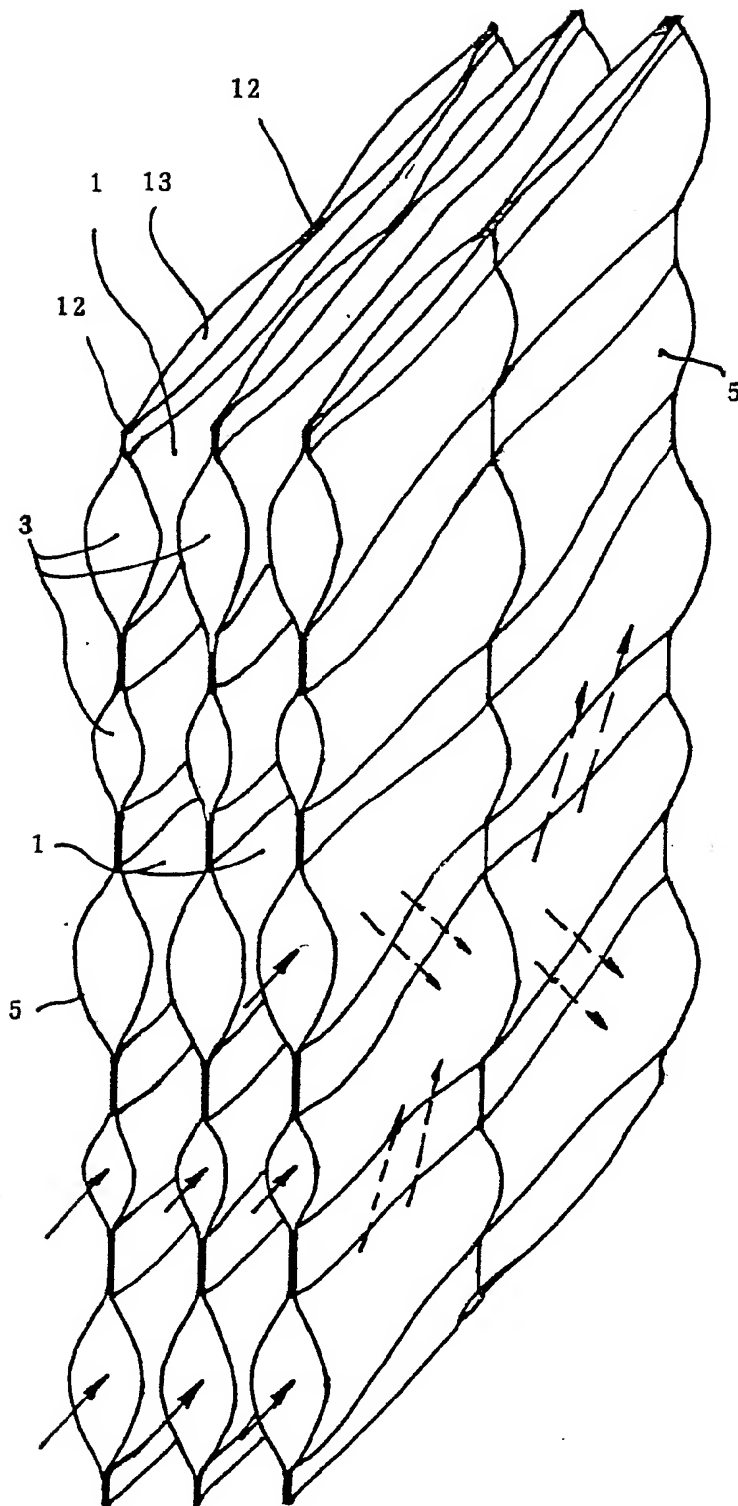


Fig. 16



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 88 10 2398

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
D, Y	DE-A-3 102 523 (PENZKOPER et al.) * Seite 5, Zeilen 1-5; Seite 11, Zeilen 1-16; Seite 12, Zeilen 14-19; Figuren 9, 11 *	1-3	F 28 D 9/00 F 28 F 13/08
A	---	8	
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 10, Nr. 130 (M-478)[2187], 14. Mai 1986; & JP-A-60 256 798 (HITACHI SEISAKUSHO K.K.) 18-12-1985 * Zusammenfassung *	1-3	
A	---		
A	US-A-2 086 222 (HARKNESS) * Seite 1, Zeile 25 - Seite 3, Zeile 28; Figuren 2-7 *	1, 4	
A	---		
A	US-A-3 875 997 (NEWSON et al.) * Spalte 2, Zeilen 16-52; Figuren 1-3 *	1, 5, 6	
A	---		
A	DE-A-2 706 003 (AB ATOMENERGI) * Seite 7, Zeile 24. - Seite 8, Zeile 14; Seite 18, Zeilen 13-22; Figuren 1-3 *	1, 8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
A	---		F 28 D F 28 F
A	DE-C- 913 292 (ZIMMERMANN & JANSEN GmbH) * Seite 2, Zeilen 8-39; Figuren 1-3 *	1, 10	
A	---		
A	FR-A-1 383 810 (RHODIACETA) * Seite 1, rechte Spalte, Zeilen 16-36; Figuren 1, 2 *	1, 12	
A	---		
A	DE-B-1 102 191 (ROLLS-ROYCE LTD) * Spalte 3, Zeile 21 - Spalte 4, Zeile 44; Figuren 1-4 *	1, 13-15	

	-/-		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10-06-1988	Prüfer BELTZUNG F.C.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE					
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)		
A	GB-A- 876 040 (ROYLES LTD) * Seite 2, Zeilen 11-75; Figuren 1-3 * ---	1			
A	EP-A-0 004 983 (METALLGESELLSCHAFT AG) * Seite 4, Zeilen 26-32; Figuren 1,2 * ---	1			
A	GB-A- 828 992 (LYSHOLM) * Seite 2, Zeilen 54-118; Figuren 1-7 * ---	1,6			
A	GB-A- 602 398 (SERCK RADIATORS LTD) * Seite 2, Zeilen 42-107; Figuren 1-5 * ---	1,4			
A	DE-A-2 630 194 (CATERPILLAR TRACTOR CO.) * Seite 7, Zeile 4 - Seite 8, Zeile 1; Figuren 1-3 * -----	1,7			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)		
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10-06-1988	Prüfer BELTZUNG F.C.		
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</td><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument				